紅龍果整合性產期調節技術

國立嘉義大學園藝學系　江一蘆
國立臺灣大學園藝暨景觀學系　楊雯如、林孟姿
儒園鮮果　洪兆濡

摘　要

紅龍果環境適應性廣，栽培管理模式化，經濟產值高，已是世界上發展較為成功的新興果樹。由於紅龍果為長日植物，在台灣自然產季之果實盛產期為7月到9月，凸顯產期調節策略對穩定紅龍果週年生產的重要性。因此本文著重在闡述紅龍果產期調節策略與現況。產期調節策略包括自然產季內產量分布的調節及非產季的果實生產。前者透過疏刪與短截修剪、植物生長調節劑，提高初期的產量，或是利用枝條年齡、疏花與儲藏技術，提高產季末的產量；後者則是透過夜間暗期中斷模式，調節生產冬春季果實。當然，透過屬間雜交育成冬春萌花品系也是一種解決途徑。近年來，藉由整枝修剪、疏花管理搭配夜間燈照進行整合型的產期調節模式已漸趨發展成熟；然而，許多產期調節所衍生的問題仍迄待解決，因此文中也提供可能的解決方案。

關鍵字：疏刪、短截、修剪、疏花、暗期中斷

前　言

紅龍果(*Hylocereus* spp.)屬仙人掌科(Cactaceae)，原生於中南美洲熱帶森林內，肉質莖上會萌生不定根，使其攀附樹木上。Anderson (2001)於The Cactus Family書中記載，部分*Hylocereus*物種曾發現於相當乾旱的林地中，這些植株僅能利用季節性的降雨維生。紅龍果原生棲地的差異性大，可見其對環境耐受性高，成為經濟果樹後，很快即遍佈熱帶及亞熱帶的國家，甚至在溫帶地區亦有以設施栽培者。紅龍果產季集中在夏秋季，為能生產高價值冬春果，國立屏東科技大學顏昌瑞教授首先發表，夜間燈照可促使紅龍果冬季萌花以生產冬春果，首開紅龍果產調技術之先河，行政院農業委員會台中區農業改良場在此研究基礎下，更開發出紅龍果冬果產期調節技術並辦理技術轉移，冬果生產上已有良好成效。紅龍果產期調節技術雖已研發推廣多年，但多著重冬果生產，為了完成周年生產的目標，生產高價的早春果實，仍有許多問題需要克服。本文，將概述紅龍果產期調節策略與現況，藉由植株整

枝修剪、疏花管理搭配夜間燈照進行整合型的園區管理方式，並簡述研究期間觀察到因產期調節所衍生的問題與可能的解決方案，冀求紅龍果穩定生產的週年調節模式。

紅龍果產期調節方式與策略

台灣紅龍果自然花期為4至10月間，果實產季於6至12月間，夏季盛產期間果實價格偏低，然而，利用產期調節技術所生產的冬春季果實售價高(圖1)。針對紅龍果的產期調節策略，可區分兩方面來論述(圖2)：

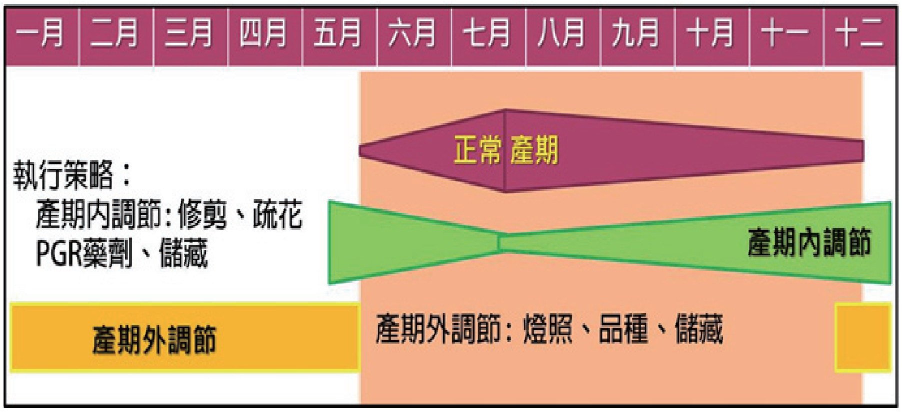

圖2、紅龍果產期調節策略模式圖

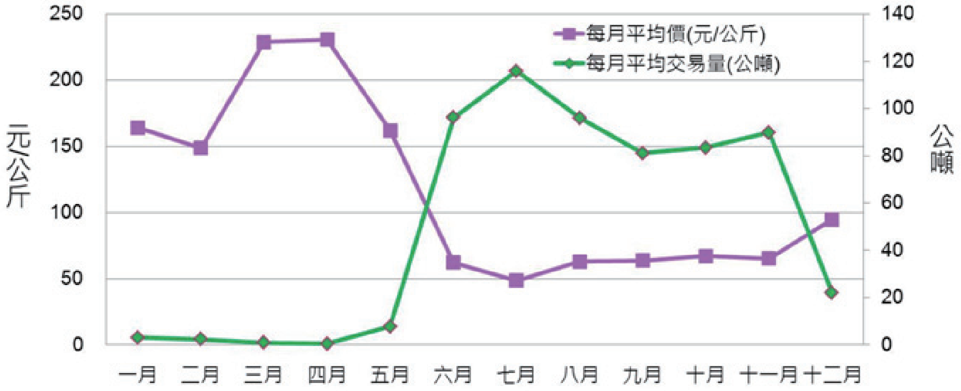

圖1.台北第一果菜批發市場2011月份-2013月份年紅肉紅龍果每月平均交易量(公噸)與平均價(元/公斤)。(數據計算自農產品交易行情站 http://amis.afa.gov.tw/default.asp)

其一、自然產季內產量分布的調節，透過疏刪與短截修剪、植物生長調節劑，提高產季初期的產量(5~6月)，或是利用枝條年齡、疏花與貯藏技術，提高產季末的產量(11~12月)；

其二、透過夜間暗期中斷模式，調節生產冬春季果實。另可透過屬間雜交育成冬春萌花品系或利用儲藏技術，也可達到此目的。

(一) 自然產季內調節

1、整枝修剪

紅龍果成園後，每年10月至隔年4月間行營養生長會大量萌梢，因此，每年都需整枝修剪，避免枝條過多相互遮陰而降低光合作用能力，也可增加植株的通風性以降低病害發生機會。此時可根據枝條萌芽習性，探討枝條年齡與萌花之關聯性，再行修剪，可提高枝條管理效率，達到調節成效。以白肉種紅龍果為例，植株越早修剪則越快抽梢，且較早抽梢的枝條成熟早，則有機會感受環境誘導，提早萌生花苞。在屏東高樹地區於11月與12月修剪，可分別於1月與2月大量抽梢，對照組主要於3月抽梢。1月萌發的枝條，於6月大量萌生花苞，而4月抽梢者，則需延遲至9月方可萌生花苞。以枝條年齡來看，將其區分成當年生新枝條與大於一年生的老枝條，可觀察到9月的晚期花都萌生在當年生的新枝條上(Jiang, 2005)。

整合來說，台灣紅龍果多於冬春兩季抽梢，欲提高自然產季早期的產量，須提早於11~12月進行修剪，促使萌發新梢，當枝條長至90-130公分間且已下垂，即可摘心或短截肉質莖遠軸端10%，此時若有萌發側芽則須盡早摘除，減少養分競爭，促使枝條更快成熟，可於春分過後，完成長日誘導，提早至4月萌花(圖3)。另外，為了調節晚期果的結果量，則需適當保留春季抽萌的枝條，以生產晚期果或為冬春產調果預作準備。

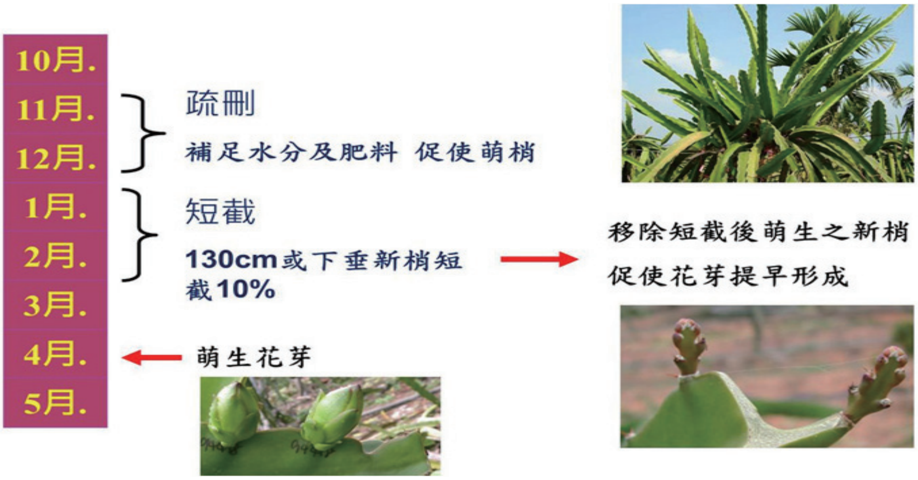

圖3、屏東地區白肉紅龍果枝條疏刪與短截修剪模式圖

2、間隔疏花

台灣紅龍果萌花季於4至10月，依植株狀況而異，這期間可萌發10多批次的花苞，了解紅龍果的萌花物候習性，搭配疏花作業，可使紅龍果花期平均分散，調整每批次萌花量，得以養成產季後期的花苞，更能提高冬季產期調節的成效。以白肉紅龍果為例，在屏東高樹地區連續疏花的試驗中，萌花物候期如(圖4)所示，持續疏花可提高產季中後期的萌花量；調查顯示，同一枝條持續疏花下，約10%的枝條可萌生4次花苞，超過40%的枝條萌生2次花苞，若是紅肉品系，超過2次萌花的比例會更高。據以色列研究報告顯示，花苞在5公分前疏掉，不會影響萌花批次與萌花量(Khaimov and Mizrahi, 2006.)。因此，在花期管理上，同一排植株，可採用分邊或分批疏花，減少植株的養分消耗，也不會因為同一側持續疏花，而消耗太多的刺座，進而穩定每一批次的萌花量。

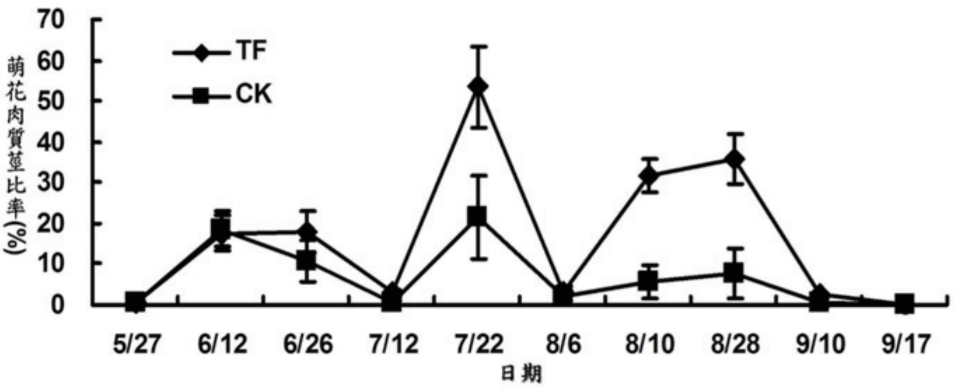

圖4、屏東高樹地區白肉種紅龍果持續疏花處理與對照組之萌花物候期。註:持續疏花處理(TF)；對照組(CK)同一枝條若萌生超過一朵花，僅保留一朵花使其著果

3、植物生長調節劑

以色列學術研究顯示，紅龍果花季來臨前施用激勃素可以延遲萌花，施用細胞分裂素則可提早萌花，然而，並不能改變*H. undatus*的萌花物候期，屬於產季內調整花期的方式，點出植物生長調節劑在花期調節應用上的可能性(Khaimov and Mizrahi, 2006；Khaimov, et al., 2012)。實際應用上，應屬東南亞的催花藥劑效果最為明顯，已有兩類的催花藥劑商品上市銷售。這藥劑實際應用上有許多限制點，使用上須逐一將刺座撥開再點施藥劑，工作效率差，使用上需要連續2-3天晴天，一旦下雨則無效，使用後容易造成畸形花(圖5)，即便結果後，商品價值也低。但是，若作為育種上使用，可促使不同物種同時萌花，以利雜交，更可作為花芽分化的研究工具。

圖5. 東南亞紅龍果藥劑催花後產生的畸形枝條、花(A和B)與果實(C)；藥劑效果強有使用的刺座都萌花(D)

(二) 產期調節生產冬春季果實

1、夜間燈照模式

紅龍果產期調節的設備，目前最普遍的是採用23 W的黃光省電燈泡(坊間有產調專用的燈具模組可供選用)，搭配2-4小時燈照，即可誘導花芽萌發(圖6)，相關架設資訊可洽詢農業研究單位，或參考鄰近農民所使用的方式即可獲得，以有效為前提，再探求施工便利且降低設備成本的架設方式。本文將著重在夜間燈照的規劃模式，越南是目前世界上最廣泛使用燈照進行紅龍果產期調節的國家，因產地緯度與氣候條件都適合紅龍果生長，若進行產期調節也相對容易萌花。筆者參考越南研究資料與實地參訪，提供越南的產調規劃模式。越南多採用水泥單柱栽種，燈照時僅採單側燈照(圖7)，一旦花苞萌出後(甚至有些在萌花前)即換邊燈照。首先確定果實採收的月份，往回推果實發育、開花與花芽發育所需的時間，加上評估該季節需燈照的日數，即可推算出何時開始燈照(圖8)。越南全年溫度落差小，時程推估容易，反觀台灣冬春產期調節果實，正值低溫期且時有寒流來襲，增添許多不確定因素。在屏東內埔地區紅肉種紅龍果，於99年10月下旬至12月下旬，以23 W省電燈泡暗期中斷3小時，燈照處理約3周後萌出第1批花苞，此後每間隔2周來1批，總計共來3批花苞。小花苞萌出後約3-4周開花，花謝後約8周才開始採收

。另於屏東長治紅肉紅龍果園，以相似架燈方式，於12下旬開始燈照，結果將近9周後，才萌出第一批花苞，又過了9周才採收果實。產期調節當時的溫度條件，乃是影響花芽與果實發育所需時間最重要的因素，冬季溫度過低，則不建議進行燈照產調。

圖6、紅龍果夜間燈照的果園狀況(儒園鮮果)

圖7、越南白肉紅龍果單側燈照的結果狀況

- 60-75 W鎢絲燈泡
- 燈照時間每晚6小時(暗中斷或延長日照)
- 八月至隔年四月燈照

圖8、白肉紅龍果在越南燈照產期調節的規劃圖

2、育成冬春萌花的品系

產期外調節最根本的方式，乃是育成於冬春季節可自然萌花結果的品系，筆者到越南參訪南方果樹研究中心時，研究人員介紹，當地已從*Hylocereus*內雜交選育出紅肉品系，即使不夜間燈照，也可於早春開花甚至周年開花(圖9)。本研究室，利用黃龍果(*Selenicereus megalanthus*)能夠於早春萌花的特性與紅龍果進行屬間雜交，篩選出能夠早春萌花的橘皮紅肉雜交品系(圖10)，該品系可於12月至翌年2月份自然萌花。將來，值得持續進行屬間雜交，不僅維持黃龍果實超優品質的風味，且選育出適合冬春生產的雜交品系，以展延紅龍果的產期。

圖9、越南南方果樹中心育成可於早春(周年)萌花的紅肉品系

圖10、台灣紅龍果與黃龍果屬間雜交種，可於12-2月份自然萌花

紅龍果產期調節面臨的問題

近年來紅龍果產期調節技術漸趨成熟，改善以往成效不彰的問題，因此，產業應用上也越來越廣。伴隨著實際操作區域的增加，許多往常未曾出現過的問題也一一浮現，下文歸納幾個重要的現象，並提出可供參考的應對方法。

(一)冬季低溫障礙

在台灣冬季常有寒流來襲，常導致產期調節失敗，刺座內已形成的花原體，在低溫下呈現生長停滯而無法萌發，部分芽體甚至死亡，研究發現夜間溫度需要在15度以上進行燈照才容易萌生花苞。另外，冬季低溫會改變紅龍果夜間開花習性。於自然產季的花朵於18:00-20:00開始綻放，於01:00-02:00花徑最大，翌日清晨閉合(Hsu, 2004)，當花朵綻放前一天或當天遇到寒流，致使夜間溫度低於12℃時，就有可能使花朵延至白天綻放，且此時低溫會降低花粉活力與萌發，導致授粉不良，果實太小甚至落果的現象；此外，花朵於白天綻放，因冬季蜜源較少，會吸引大量蜜蜂取食花粉，甚至將柱頭上已授粉的花粉取走，影響著果。

為排除以上問題，針對部分自交不親和品系，需在白天將花朵以塑膠袋(杯)套住，並於白天溫度回溫後再行授粉，可先於開花當天下午提早將花粉取下冷藏備用；針對自交親和品系，僅需將花朵套住保護即可。

(二)產調萌花批次分散不集中

紅龍果產期調節的萌花物候期分散，燈照後斷斷續續萌花，沒有明顯的批次性，導致開花期拉長，少數自交不親和品系，須連續授粉7-10個晚上，且延長整個採收期，導致果園管理上的困難。為了提高萌花整齊度，須從枝條管理著手，在開始燈照處理前，除了養成飽滿健壯的枝條外，更須培養飽滿的芽體(圖11)，促使花芽集中萌發。

(三)營養梢競爭養分，春果產調效果不穩定

春季產調期間，植株正值營養梢萌發適期，暗期中斷處理若植株大量抽梢，容易因養分競爭而降低萌花枝條率。欲進行產調生產春果的植株，應只保留冬季所萌發的枝條，並在開始燈照後，隨時剪除正在抽萌的新梢，以利植株春季萌花。

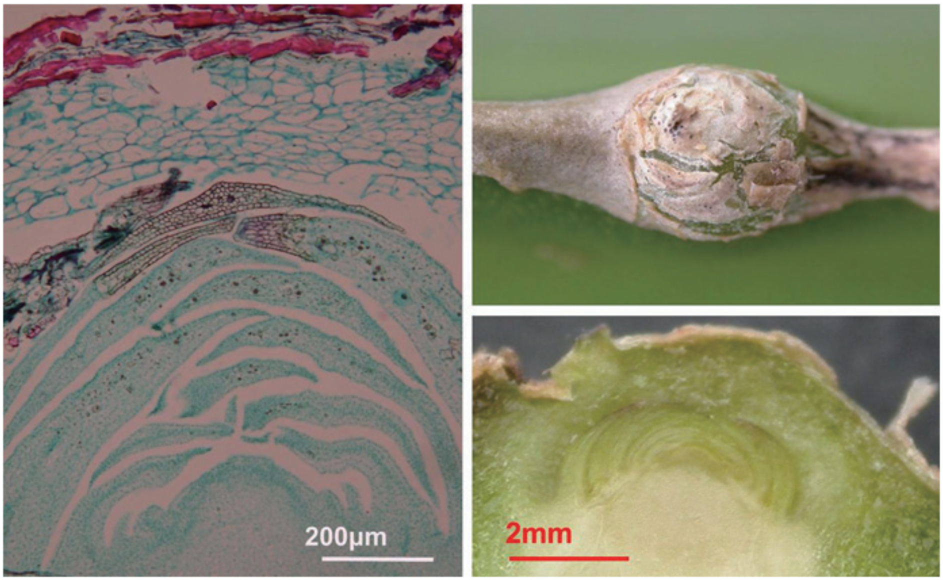

圖11、紅龍果即將轉變成花芽的飽滿芽體，左為芽體解剖圖，右上為芽體外觀圖，右下為芽體縱剖面

(四)枝條配比失衡，影響產調效果

紅龍果夏季結果期結束後，植株會抽萌新梢，成為來年的結果枝。若果園以燈照進行產期調節，則會影響枝條的萌發，尤其是冬果與春果都生產的果園，會因為持續產調下，新梢的萌發比例下降，果園枝條普遍老化且可供萌發的刺座數減少，而影響來年的結果量。建議可採用分區調節方式，欲生產冬果者，則保留春梢；欲生產春果者，則留置冬梢作為將來結果枝。再配合枝條萌花的習性，適當管理前一年抽萌的新梢，將可提供冬春果產調最佳的萌花枝條。

(五)產調果實品質變化大

紅龍果產調出來的果實，因天候狀態而影響果實品質甚鉅，冬春果實發育時節，溫度較低，再加上光照不足者，則果實酸度累積高，風味明顯偏酸。冬春果實發育時間長，常需在花謝後45天以上才可採收，若遇低溫寒流，則時間需延長更久，因掛樹時間長，也會導致果實雖轉色完成但已過熟，風味變差，甚至因低溫而使果皮轉色不完全；另一方面，部分易裂果品系，則因冬春果實碩大，掛樹時間長，在尚未轉色完全之前，就發生裂果的現象，降低果品價值。管理上，須仔細觀察與記錄天候狀況與每批果實適切的採收成熟度，做為來年參考，才可兼顧外觀鱗片鮮活度與果實風味品質。

(六)連續生產下枝條的營養狀態不佳

於屏東進行紅龍果連續產期調節試驗，該植株夏季期間正常著果，在同一批植株連續進行2年的燈照試驗，觀察到連續產調下，原本強壯枝條很快就變的瘦弱不堪，不僅影響果實品質也影響萌花狀況。生產者為了使產調果有更高的收益，往往會留存較多的果實，以至於植株養分消耗快，為使植株穩定開花結果，須施用有機質資材，如充分發酵的糞肥、有機肥等，營造出根系生長空間，強化根系，並給予足夠水分與肥料，以利根系吸收養分，供給植株與果實生長。另一方面，必須調整植株結果量，避免長期掛果，加速植株老化，進而影響生產。

整合型產期調節模式

紅龍果的產期調節試驗，多著重在燈照模式上的研究，包括燈照時間、光強度、光質、品系間的差異等，少數搭配修剪與加溫設施，藉此觀察產調的成效。本團隊在此研究基礎上，進一步區分枝條年齡，芽體發育狀態，搭配夜間燈照試驗，探討紅龍果產調不穩定的成因，更搭配修剪與疏花管理，提出紅龍果整合型產期調節管理概念(圖12)，此管理模式建議分區執行，同果園不建議同時生產冬春果實，期能穩定生產正期果與產調果。

(一)晚花調節模式，生產晚冬與早春果

為目前最廣泛使用的紅龍果產調技術，於秋末(中部地區)冬初(南部地區)進行夜間燈照，在植株生長狀態良好，燈照約2-3周即可萌花。鑒於先前試驗結果，晚期花多著生在新枝條上，因此在植株枝條配比上，新舊枝條比例約1:3，可以確保產調的穩定，有較高的萌花率與集中的萌花期。

晚花調節模式的萌花量決定於植株的營養狀態，與當時的掛果數量以及未結果的枝條數相關，為了提高萌花量，建議可疏掉或部分疏除最後1-2兩批花，降低著果量，減少植株負擔。一般情況下，白肉紅龍果，多於九月中下旬開始燈照，紅肉紅龍果，多於十月中下旬開始燈照，依地區不同需進行調整。冬果採收後，須盡速培養春梢，預作將來的結果枝。近年來南部自然萌花期已延長至十月中旬，若前年冬季有適當留梢，搭配夏季適當的疏花調節著果量，提高最後萌花批次的結果量，部分生產者，利用此產期內調節方式，以穩定晚期的萌花量。若再經過低溫冷藏技術，很容易就可將果實延至隔年一月再出貨，此舉不僅植株管理便利，且搭配早花調節模式，生產晚春果，同一果園即可同時收成冬春兩季果實，此為應用採後處理技術與產期調

節搭配的整合型模式。

(二)早花調節模式，生產晚春果

紅龍果於拍賣市場平均價最高月份，大致落在三至四月份間，全台出貨量少，也就說明此時節的產調困難度極高，考量區域溫度特性，中部地區生產四至五月份果實較有利，南部地區則可提早生產三至四月份果實，如此中南部地區可錯開果實產季，減少競爭。為能穩定生產春果，正期果結束後，適度疏刪修剪，修剪強度不宜超過全株枝條量的1/3，保留1-2年生的強壯枝條，待新梢長出後，保留最早萌發且最壯的新梢數根，爾後長出的小枝條則全數剪除，避免植株養分消耗。南部地區可於二月中旬開始燈照，中部地區宜於三月上旬再行燈照，可減少電費成本。早花調節模式，除了植株營養狀態的管理外，溫度是最重要的決定因素，倘若該年溫度較高，夜溫已超過15℃，則可提早燈照。採用此留梢與調節模式，可兼顧新舊枝條管理與早花產調模式。

結　論

紅龍果要達到周年穩定生產，除了要懂得利用修剪、短截、疏花與夜間燈照等技術外，也必須了解植株的生育特性，包括枝條的萌芽習性、萌花物候期、枝條年齡與萌花的關聯性、枝條上芽體的發育程度、溫度對芽體萌發與開花的影響等，才能在適當的時間下選擇對的方式進行處理，達成目的。本文概述近年來紅龍果花期調節的研究成果，以及產期調節所遭遇的問題，

圖12、紅龍果整合型產期調節概念圖。綠色區塊為進行燈照的月份

提出整合型的產期調節模式，但因各地氣候差異甚大，且植株管理模式不同，生產者僅須熟悉文內所提之原則與概念，搭配自己的田間經驗，修改出適合自己果園的產期調節技術，方為最佳的"紅龍果整合型產期調節模式"。

引用文獻

1.Anderson, E. F. 2001. The cactus family. Timber Press. Portland, OR.

2.Hsu, W. 2004. Investigations on culture, growth habits and phenology in pitaya (Hylocereus spp.). MS thesis, Natl. Taiwan Univ., Taiwan.(in Chinese)

3.Jiang, Y. 2005. Classification, flowering and fruiting characteristics, and pruning of climbing cactus. MS thesis, Natl. Taiwan Univ., Taiwan.(in Chinese)

4.Khaimov, A. and Y.Mizrahi. 2006. Effects of day-length, radiation, flower thinning and growth regulators on flowering of the vine cacti Hylocereusundatus and Selenicereusmegalanthus. J. Hort. Sci. Biotechnol. 81:465–470

5.Khaimov, A., O. Novak, M. Strnad, and Y. Mizrahi. 2012.The role of endogenous cytokinins and environmental factors in flowering in the vine cactus Hylocereusundatus. Israel J. Plant Sci. 60:371-383.

Integrated off-season production in pitaya

Yi-Lu Jiang[1], Wen-Ju Yang[2], Meng-Tzu Lin[2] and Zhao-Ru Hong[3]

[1] Department of Horticulture, National Chiayi University.

[2] Department of Horticulture and Landscape Architecture, National Taiwan University.

[3] Ru-Yuan Fresh Fruit Orchard

Abstract

The cultivation of vine pitaya has spread to tropical and subtropical regions throughout the world. Because of the long day plant nature, the fruit production concentrates between July and September, which reveals the importance of off-season production in stabilizing the year round production in pitaya. Therefore, the current article would focused on the strategies for integrated off-season production and the application current. The two strategies are production adjustment within the inductive season and fruit production in noninductive season. The former can be achieved by thinning cut, heading cut, pruning, and perhaps application of plant growth regulator for the enhance of early production, or by shoot age management, floral thinning and fruit storage for late production. The later was accomplished by applying night-breaking treatment to obtain winter and spring fruits in the noninductive season. In recent years, the development of an integrated production system through shoot pruning, floral thinning, and night-breaking for off-season production in pitaya was getting more matured. However, problems derived from integrated production system are often appeared. Therefore, some tips for trouble shooting would be mentioned in the content as well.

Key words：thinning cut, heading cut, pruning, floral thinning, night-breaking